

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 425 057**

51 Int. Cl.:

H01L 25/13 (2006.01)

F21Y 101/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.09.1999 E 99969780 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2013 EP 1047904**

54 Título: **Sistema de iluminación**

30 Prioridad:

28.09.1998 EP 98203248

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

11.10.2013

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)
High Tech Campus 5
5656 AE Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**BÖRNER, HERBERT F.;
BUSSELT, WOLFGANG;
JÜSTEL, THOMAS;
NIKOL, HANS y
RONDA, CORNELIS R.**

74 Agente/Representante:

ZUAZO ARALUZE, Alexander

ES 2 425 057 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de iluminación

5 La invención se refiere a un sistema de iluminación para producir luz blanca, sistema de iluminación que comprende al menos tres diodos emisores de luz, emitiendo cada uno de los diodos emisores de luz, en funcionamiento, luz visible en un intervalo de longitudes de onda preseleccionado.

10 Los sistemas de iluminación basados en diodos emisores de luz (LED) se usan como fuente de luz blanca para aplicaciones de iluminación generales.

15 Un sistema de iluminación del tipo mencionado en el párrafo inicial se conoce a partir del documento EP-A 0 838 866. Dicho sistema de iluminación conocido emplea tres LED como fuente de luz para producir luz blanca, y en dicho sistema de iluminación se calcula que los máximos de los espectros de emisión de los LED se seleccionan preferiblemente en los intervalos de longitudes de onda de desde 455 hasta 490 nm, desde 530 hasta 570 nm y desde 605 hasta 630 nm. Para un sistema de iluminación de este tipo se calcula además que puede conseguirse un índice de rendimiento cromático superior a 80.

20 Tales sistemas de iluminación tienen el inconveniente de que no están disponibles LED con máximos espectrales en dichos intervalos espectrales y, simultáneamente, una eficiencia energética suficiente. En un sistema de iluminación en el que se emplean tales LED, particularmente la eficacia luminosa se ve afectada de manera adversa.

25 Es un objeto de la invención proporcionar un sistema de iluminación del tipo descrito en el párrafo inicial, que pueda usarse en la práctica. La invención tiene como objetivo adicional proporcionar un sistema de iluminación que tenga una eficacia luminosa relativamente alta.

30 Para conseguir esto, el sistema de iluminación del tipo descrito en el párrafo inicial está caracterizado según la invención porque el sistema de iluminación incluye al menos un cuarto diodo emisor de luz que, en funcionamiento, emite luz visible en un intervalo de longitudes de onda adicional, encontrándose el máximo de la emisión espectral del cuarto diodo emisor de luz en el intervalo de longitudes de onda adicional de desde 575 hasta 605 nm.

35 Al emplear cuatro tipos de LED que tienen intervalos espectrales diferentes, se amplían las posibilidades de combinar LED. Para obtener un sistema de iluminación que produzca luz blanca con un buen rendimiento cromático, que se base en los tres colores primarios azul, verde y rojo, es deseable que los máximos de emisión de los intervalos espectrales de los LED se encuentren en los intervalos de desde 430 hasta 490 nm (azul), desde 530 hasta 565 nm (verde) y desde 590 hasta 630 nm (rojo). En dichos intervalos de longitudes de onda, están disponibles comercialmente LED azules y rojos con una eficacia luminosa razonable, sin embargo, LED verdes con el intervalo espectral deseable y eficacia luminosa comparable no están o están difícilmente disponibles. LED "verdes" disponibles que tienen una eficacia que es aproximadamente la mitad de la de sus equivalentes azules emiten en el intervalo espectral azul-verde entre 500 y 525 nm, lo que no incluye el intervalo espectral deseado. Además, a medida que aumenta la carga en la entrada del LED, se observa un desplazamiento (adicional, no deseable) hacia el azul. Puesto que están disponibles LED con un intervalo espectral en la región amarilla (el máximo de la emisión espectral en el intervalo de longitudes de onda de desde 565 hasta 605 nm) y una alta eficacia luminosa, se obtiene un sistema de iluminación que puede usarse de manera práctica que produce luz blanca con el rendimiento cromático deseado combinando LED azules (disponibles comercialmente), "verdes" (emisión en el intervalo azul-verde), amarillos y rojos. Usando LED disponibles comercialmente, se obtiene un sistema de iluminación que también muestra una eficacia luminosa relativamente alta.

50 LED amarillos muy eficientes a base de GaAs están disponibles desde hace algunos años y también se usan cada vez más para fines de señalización, tales como luces traseras (de vehículos), semáforos y sistemas de señalización de tráfico.

55 En el sistema de iluminación dado a conocer en el documento EP-A 0 838 866, también se usan cuatro tipos diferentes de LED como fuente de luz para producir luz blanca, y se calcula que los máximos de los espectros de emisión de los LED se seleccionan en los intervalos de longitudes de onda de desde 440 hasta 450 nm, desde 455 hasta 505 nm, desde 555 hasta 565 nm y desde 610 hasta 620 nm. Dichos intervalos de longitudes de onda están basados en cálculos de la calidad de luz deseada basados en LED con un espectro de emisión deseado. El sistema de iluminación conocido no está basado aparentemente en LED disponibles comercialmente. El sistema de iluminación según la invención comprende una combinación posible en la práctica de (las características espectrales de) LED conocidos y disponibles comercialmente para fabricar una fuente de luz que produzca luz blanca con una eficacia luminosa relativamente alta.

60 Es deseable determinar un intervalo de longitudes de onda relativamente limitado dentro del cual se sitúa el máximo de la emisión espectral del cuarto diodo emisor de luz. Preferiblemente, el máximo de la emisión espectral del cuarto diodo emisor de luz se encuentra en el intervalo de longitudes de onda de desde 585 hasta 600 nm. El uso de tales LED amarillos provoca la mejora de la armonía con los otros tres tipos de LED. Puesto que la sensibilidad fotópica

del ojo humano en el intervalo de longitudes de onda es como máximo a 555 nm, variaciones relativamente pequeñas en el intervalo espectral del LED amarillo tienen un efecto relativamente grande sobre el rendimiento cromático del sistema de iluminación. Un LED amarillo (disponible comercialmente) que tiene una emisión espectral máxima a 595 nm (20 nm de FWHM, eficiencia energética del 20%) es muy adecuado.

Preferiblemente, el índice de rendimiento cromático (R_a) del sistema de iluminación es al menos igual a o mayor que 60 ($R_a \geq 60$). Mediante una combinación adecuada de las emisiones espectrales de las cuatro fuentes de luz, se obtiene un sistema de iluminación que tiene una eficacia luminosa relativamente alta y un índice de rendimiento cromático bueno.

Preferiblemente, la eficacia luminosa del sistema de iluminación es al menos igual a o mayor que 30 lm/W. Los sistemas de iluminación basados en LED que tienen una eficacia de este tipo son atractivos comercialmente. En una realización particularmente preferida, la eficacia luminosa del sistema de iluminación es mayor que 40 lm/W. Para su comparación, una lámpara incandescente de 100 W típica tiene una eficacia luminosa de 14 lm/W (temperatura de color de 2800 K, índice de rendimiento cromático de 100), una lámpara incandescente halógena de 500 W tiene una eficacia luminosa de aproximadamente 19 lm/W (temperatura de color de 3000 K, índice de rendimiento cromático de 100), mientras que una lámpara fluorescente de 36 W tiene una eficacia luminosa de aproximadamente 89 lm/W (temperatura de color de 4000 K, índice de rendimiento cromático de 85). El índice de rendimiento cromático del sistema de iluminación según la invención es inferior al calculado en el sistema de iluminación conocido, sin embargo, la eficacia luminosa del sistema de iluminación según la invención es sustancialmente mayor y el sistema de iluminación según la invención se basa en una combinación de diodos emisores de luz disponibles comercialmente.

El sistema de iluminación según la invención está caracterizado porque los tres diodos emisores de luz comprenden un diodo emisor de luz azul, un diodo emisor de luz azul-verde y un diodo emisor de luz rojo, y el cuarto diodo emisor de luz incluye un diodo emisor de luz amarillo. De esta manera, se obtiene un sistema de iluminación que emite luz blanca con un buen rendimiento cromático basándose en cuatro colores básicos (azul, azul-verde, amarillo y rojo). El máximo de la emisión espectral del diodo emisor de luz azul se encuentra en el intervalo de longitudes de onda de desde 460 hasta 490 nm, el máximo de la emisión espectral del diodo emisor de luz azul-verde se encuentra en el intervalo de longitudes de onda de desde 510 hasta 530 nm y el máximo de la emisión espectral del diodo emisor de luz rojo se encuentra en el intervalo de longitudes de onda de desde 610 hasta 630 nm, y encontrándose el máximo de la emisión espectral del cuarto diodo emisor de luz en el intervalo de longitudes de onda adicional de desde 575 hasta 605 nm. LED que tienen tales intervalos espectrales y eficiencia energética relativamente alta son factibles comercialmente. Al usar los LED de tipo amarillo se compensa el "desajuste" en el color del LED verde, que emite luz azul-verde.

Un punto de especial interés en el sistema de iluminación según la invención es que, en general, los LED emiten luz con una alta directividad, mientras que es deseable que los LED emitan luz (difusa) según un radiador lambertiano.

La invención tiene como objetivo mejorar adicionalmente la mezcla de luz del sistema de iluminación. Para conseguir esto, una realización alternativa del sistema de iluminación según la invención está caracterizada porque el sistema de iluminación está dotado además de medios de reflexión. Los LED se proporcionan en el sistema de iluminación de tal manera que una parte sustancial de la luz que se origina de los LED no puede abandonar directamente el sistema de iluminación, sino que en lugar de ello incide sobre los medios de reflexión. Una ventaja del uso de medios de reflexión es que se mezcla la luz que se origina desde los LED (azul y rojo) y la luz (verde) que se origina desde los medios de conversión. Los medios de reflexión son preferiblemente medios de reflexión que reflejan de manera difusa. Al dirigir la luz que se origina desde los LED hacia los medios de reflexión que reflejan de manera difusa, la luz reflejada también adquiere el carácter de un radiador lambertiano. Como resultado, se mejoran adicionalmente la mezcla de las diversas componentes de color y por tanto el rendimiento cromático del sistema de iluminación. Además, los medios de reflexión reflejan preferiblemente la luz sin provocar un cambio del rendimiento cromático (medios de reflexión que reflejan blanco). Como resultado, se descartan desviaciones de color no deseables en la luz emitida por el sistema de iluminación.

Preferiblemente, los medios de reflexión comprenden un material seleccionado del grupo formado por $BaSO_4$, ZnS , ZnO y TiO_2 . Tales materiales son muy adecuados porque su coeficiente de reflexión en el intervalo de longitudes de onda de desde 400 hasta 800 nm está por debajo del 98%, y, además, reflejan la luz de manera difusa e independientemente de la longitud de onda.

Es deseable además que la temperatura de color del sistema de iluminación sea variable. Una realización alternativa del sistema de iluminación según la invención está caracterizada porque la temperatura de color del sistema de iluminación puede ajustarse activando por separado los diodos emisores de luz. La temperatura de color es ajustable (eléctricamente) activando por separado diversos colores. Encendiendo y apagando adecuadamente (cadenas de diodos de) LED, se obtiene un intervalo de temperatura de color ajustable de desde 2000 hasta 6300 K.

Estos y otros aspectos de la invención resultarán evidentes a partir de y se aclararán con referencia a las realizaciones descritas a continuación en el presente documento.

En los dibujos:

la figura 1 muestra, parcialmente en sección transversal y en alzado lateral, una realización del sistema de iluminación según la invención;

la figura 2 muestra el espectro de transmisión de una realización del sistema de iluminación según la invención, y

la figura 3 es una vista en sección transversal de una realización alternativa del sistema de iluminación según la invención.

Las figuras son meramente esquemáticas y no están dibujadas a escala. Particularmente para mayor claridad, algunas dimensiones se han exagerado mucho. En las figuras, números de referencia similares se refieren a partes similares siempre que sea posible.

La figura 1 muestra, parcialmente en sección transversal y en alzado lateral, una realización del sistema de iluminación según la invención. Un sistema 1 de iluminación comprende un portalámparas 2 que aloja la electrónica de activación (no mostrada en la figura 1) para los diodos emisores de luz (LED) y una pantalla 3. En este ejemplo, el portalámparas está dotado de un denominado casquillo 4 de lámpara E27 que tiene medios de contacto mecánicos y eléctricos que se conocen *per se*. En un lado del sistema 1 de iluminación orientado en dirección opuesta al casquillo 4 de lámpara, hay un soporte 5 sobre el que se proporcionan varios LED 6, 7, 8, 9. Los LED 6, 7, 8 comprenden un grupo de LED 6 azules (el máximo de la emisión espectral se encuentra en el intervalo de longitudes de onda de desde 460 hasta 490 nm), denominados LED 7 azul-verde (el máximo de la emisión espectral se encuentra en el intervalo de longitudes de onda de desde 510 hasta 530 nm) y LED 8 rojos (el máximo de la emisión espectral se encuentra en el intervalo de longitudes de onda de desde 590 hasta 630 nm). Según la invención, los LED 9 comprenden diodos emisores de luz que emiten luz amarilla (el máximo de la emisión espectral se encuentra en el intervalo de longitudes de onda de desde 575 hasta 605 nm). Los LED 6, 7, 8, 9 están dispuestos de modo que la luz que emiten se dirige hacia la pantalla 3. Dicha pantalla está dotada en un lado orientado a los LED 6, 7, 8, 9 de medios 10 de reflexión que reflejan de manera difusa la luz blanca. Los medios 10 de reflexión que reflejan de manera difusa incluyen, en este ejemplo, una capa de BaSO₄, material que tiene un coeficiente de reflexión (difusa) para la luz visible de al menos casi el 100%. Los medios 10 de reflexión mezclan de manera eficaz la luz de los LED 6, 7, 8, 9, estando colocados dichos LED con respecto a la pantalla 3 de tal manera que dichos LED no emiten directamente su luz en una dirección 11 de la luz emitida por el sistema 1 de iluminación; en lugar de ello su salida de luz se dirige hacia un lado interno de la pantalla 3 de tal manera que sólo se emite la luz reflejada en la dirección 11.

Para variar la temperatura de color del sistema 1 de iluminación y poder ajustar la temperatura de color según las necesidades, los LED pueden activarse por separado, provocando así que varíen las proporciones de los diferentes colores de la luz que se origina desde los LED.

A modo de ejemplo, la tabla I muestra un sistema de iluminación que comprende:

- LED azules (producidos por Nichia): máximo de emisión: 470 nm, anchura a media altura (FWHM): 20 nm y equivalente en lúmenes: 68 lm/W;
- LED azul-verde (producidos por Nichia): máximo de emisión: 520 nm, FWHM: 40 nm;
- LED amarillos (producidos por Hewlett Packard): máximo de emisión: 590 nm, FWHM: 20 nm y equivalente en lúmenes (azul-verde + amarillo): 483 lm/W;
- LED rojos (producidos por Hewlett Packard): máximo de emisión: 620 nm, FWHM: 20 nm y equivalente en lúmenes de 263 lm/W.

La columna 1 en la tabla 1 enumera diversos valores deseados de la temperatura de color (T_c). Las columnas 2, 3 y 4 en la tabla I enumeran las contribuciones espectrales (x) de las tres componentes de luz (la suma de las tres contribuciones espectrales x da 1). Las contribuciones espectrales de los LED azul-verde y amarillos se suman en la columna 3 de la tabla I. La columna 5 de la tabla I enumera el índice de rendimiento cromático (R_a) y la columna 6 enumera la eficacia luminosa (efic. lum.) del sistema de iluminación. La tabla I muestra que la temperatura de color del sistema de iluminación puede ajustarse fácilmente dentro de un intervalo muy amplio cambiando sólo la distribución de las fuentes de luz (particularmente de los LED azules y rojos).

Tabla I: Combinación de LED azules y verdes/amarillos y rojos en una realización del sistema de iluminación según la invención.

Tc [K]	X [azul]	x [verde/amarillo]	x [rojo]	R _a	efic. lum. [lm/W]
L2700	0,075	0,575	0,350	71	46,3
2900	0,116	0,577	0,307	70	44,1
4000	0,199	0,621	0,180	66	40,5
5000	0,267	0,609	0,124	63	37,1
6300	0,321	0,614	0,065	59	34,9

5 Según la medida de la invención, se obtiene de esta manera un sistema de iluminación basado en cuatro tipos de LED, sistema de iluminación que tiene una eficacia luminosa relativamente alta ($35 \leq \text{efic. lum.} \leq 50$) y un rendimiento cromático relativamente bueno ($60 \leq R_a \leq 70$).

10 La figura 2 muestra el espectro de transmisión de una realización del sistema de iluminación según la invención. La transmisión T (unidades arbitrarias) se representa como una función de la longitud de onda λ (nm) de luz visible para una combinación de LED azules, azul-verde, amarillos y rojos a una temperatura de color Tc = 4000 K (el espectro en la figura 2 corresponde a los datos en la fila 4 de la tabla 1). En la figura 2, el máximo espectral de los LED 6 azules se indica mediante (a) y corresponde a una longitud de onda de 470 nm, el máximo espectral de los LED 7 azul-verde se indica mediante (b) y corresponde a una longitud de onda de 520 nm, y el máximo espectral de los LED 8 rojos se indica mediante (c) y corresponde a una longitud de onda de 620 nm. Según la invención, el sistema de iluminación incluye un cuarto tipo de LED 9 que, en funcionamiento, emiten luz visible en un intervalo de longitudes de onda adicional. En la figura 2, el máximo espectral de los LED 9 amarillos se indica mediante (d) y corresponde a una longitud de onda de 590 nm. Esto significa que el espectro de emisión del cuarto tipo de LED 9 se encuentra en el intervalo de longitudes de onda adicional de desde 575 hasta 605 nm.

20 Una mejora del rendimiento cromático del sistema de iluminación se obtiene empleando LED rojo intenso con un espectro de emisión espectral en el intervalo de longitudes de onda de desde 620 hasta 670 nm.

25 La figura 3 muestra de manera muy esquemática una realización alternativa del sistema de iluminación según la invención. El sistema 101 de iluminación comprende un portalámparas 102 y una pantalla 103. En el sistema 101 de iluminación se proporcionan varios LED 106, 107, 108, 109. Para mayor claridad, sólo se muestran cuatro LED en la figura 3. Los LED 106, 107, 108 incluyen un grupo de LED 106 azules (emisión espectral $430 \leq \lambda \leq 490$ nm), LED azul-verde (emisión espectral $510 \leq \lambda \leq 530$ nm) y LED 107 rojos (emisión espectral $590 \leq \lambda \leq 630$ nm). Según la invención, los LED 109 comprenden diodos emisores de luz que emiten luz amarilla (emisión espectral $575 \leq \lambda \leq 605$ nm). Los LED 106, 107, 108, 109 están dispuestos de modo que la luz que emiten se dirige a la pantalla 3 (la dirección de la luz se indica de manera esquemática mediante las líneas continuas que representan rayos de luz en la figura 3). Los lados del portalámparas 102 y la pantalla 103 orientados a los LED están dotados de medios 110 de reflexión (que reflejan de manera difusa la luz blanca). Al dirigir la luz que se origina desde los LED hacia los medios 110 de reflexión que reflejan de manera difusa, se provoca una mezcla eficaz de los diversos colores, y, además, la luz reflejada adquiere el carácter de un radiador lambertiano. La trayectoria de los rayos de luz emitidos por los LED 106, 107, 108, 109 y de la luz reflejada se indica de manera esquemática mediante líneas continuas en la figura 3. Puesto que el portalámparas también está dotado de los medios 110 de reflexión, también se refleja la luz emitida hacia atrás por los LED y, por tanto, contribuye a la eficacia luminosa del sistema de iluminación. Un sistema de iluminación de este tipo está dotado, por ejemplo, de 40 a 100 diodos, en una proporción de 2 LED azules : 4 LED azul-verde : 2 LED amarillos : 1 LED rojo, fijándose las contribuciones relativas de los LED según los valores enumerados en la tabla I de modo que se obtenga una temperatura de color deseada. Los diodos están dispuestos preferiblemente en dos filas dobles, que incluyen un ángulo menor que 90° con el portalámparas 102 (mostrado de manera esquemática en la figura 3). La luz emitida hacia delante por los LED 106, 107, 108, 109 (lo que se indica en la figura 3 mediante las flechas 116, 117, 118, 119) sólo puede abandonar el sistema de iluminación por medio de al menos una reflexión contra la pantalla 103 dotada de los medios 110 de reflexión, por ejemplo un pigmento blanco tal como BaSO₄. Además, en virtud de la disposición oblicua de los LED, la luz emitida hacia atrás por los LED 106, 107, 108, 109 también puede abandonar el sistema 101 de iluminación por medio de una reflexión múltiple (lo que se indica en la figura 3 mediante las flechas 116', 117', 118', 119'), contribuyendo de manera eficaz a la eficacia luminosa del sistema 101 de iluminación.

50 El sistema de iluminación según la invención tiene la ventaja de que se obtiene una eficacia luminosa relativamente alta (≥ 30 lm/W) en combinación con un buen rendimiento cromático ($60 \leq R_a \leq 75$) del sistema y una larga vida útil (≥ 75.000 horas).

55 Resultará obvio que dentro del alcance de la invención son posibles muchas variaciones para los expertos en la técnica.

La invención se materializa en cada característica novedosa y cada combinación de características.

60

REIVINDICACIONES

1. Sistema (1; 101) de iluminación para producir luz blanca, sistema de iluminación que comprende al menos tres diodos (6, 7, 8; 106, 107, 108) emisores de luz, emitiendo cada uno de los diodos emisores de luz, en funcionamiento, luz visible en un intervalo de longitudes de onda preseleccionado, comprendiendo dichos tres diodos (6, 7, 8; 106, 107, 108) emisores de luz un diodo (6; 106) emisor de luz azul, un diodo (7; 107) emisor de luz azul-verde y un diodo (8; 108) emisor de luz rojo, incluyendo además el sistema (1; 101) de iluminación al menos un cuarto diodo (9; 109) emisor de luz que, en funcionamiento, emite luz visible en un intervalo de longitudes de onda adicional, caracterizado porque el máximo de la emisión espectral del diodo (6; 106) emisor de luz azul se encuentra en el intervalo de longitudes de onda de desde 460 hasta 490 nm, el máximo de la emisión espectral del diodo (7; 107) emisor de luz azul-verde se encuentra en el intervalo de longitudes de onda de desde 510 hasta 530 nm, y el máximo de la emisión espectral del diodo (8; 108) emisor de luz rojo se encuentra en el intervalo de longitudes de onda de desde 610 hasta 630 nm, y encontrándose el máximo de la emisión espectral del cuarto diodo emisor de luz en el intervalo de longitudes de onda adicional de desde 575 hasta 605 nm.
2. Sistema de iluminación según la reivindicación 1, en el que el máximo de la emisión espectral del cuarto diodo (9; 109) emisor de luz se encuentra en el intervalo de longitudes de onda de desde 585 hasta 600 nm.
3. Sistema de iluminación según la reivindicación 1 ó 2, en el que la contribución espectral relativa del diodo emisor de luz azul es menor que 0,2 y una eficacia luminosa del sistema (1; 101) de iluminación es mayor que 40 lm/W.
4. Sistema de iluminación según la reivindicación 1 ó 2, estando el sistema (1; 101) de iluminación dotado de medios (3; 103) de reflexión.
5. Sistema de iluminación según la reivindicación 4, en el que los medios (3; 103) de reflexión comprenden un material seleccionado del grupo formado por BaSO₄, ZnS, ZnO y TiO₂.
6. Sistema de iluminación según la reivindicación 1 ó 2, en el que la temperatura de color del sistema (1; 101) de iluminación puede ajustarse activando por separado los diodos (6, 7, 8, 9; 106, 107, 108, 109) emisores de luz.

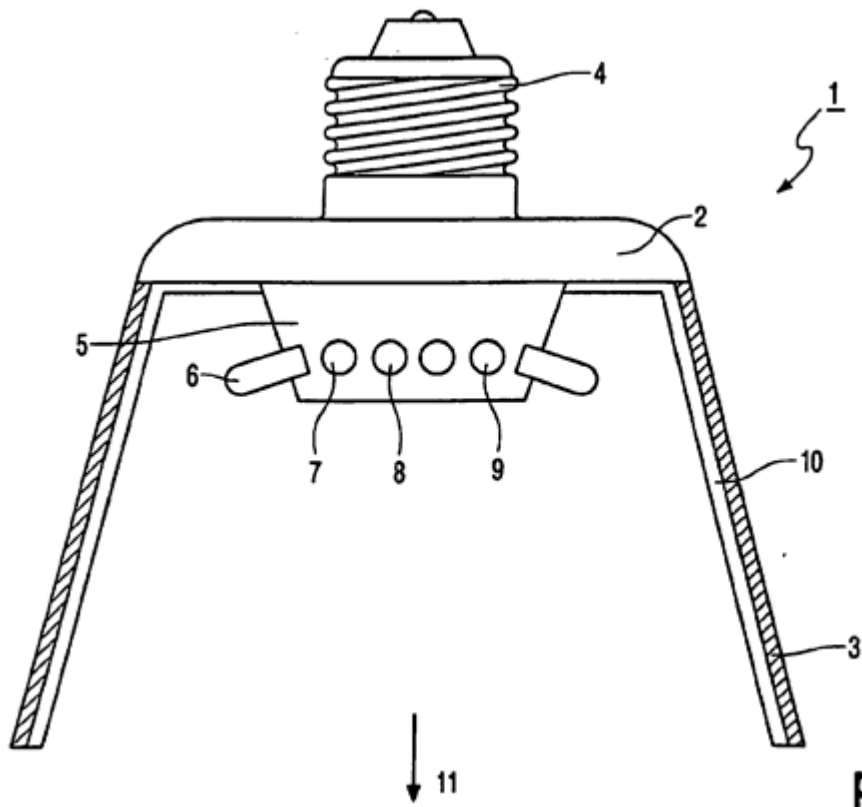


FIG. 1

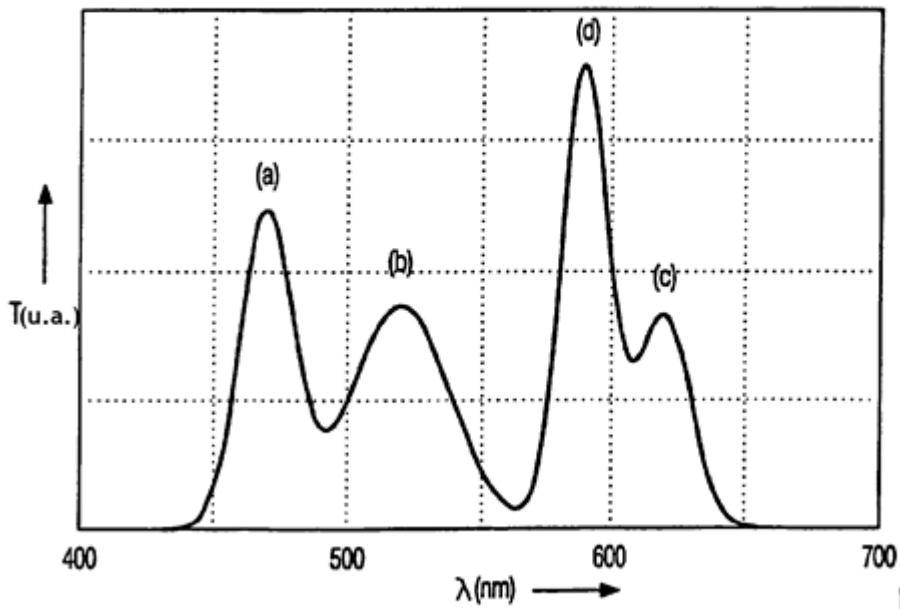


FIG. 2

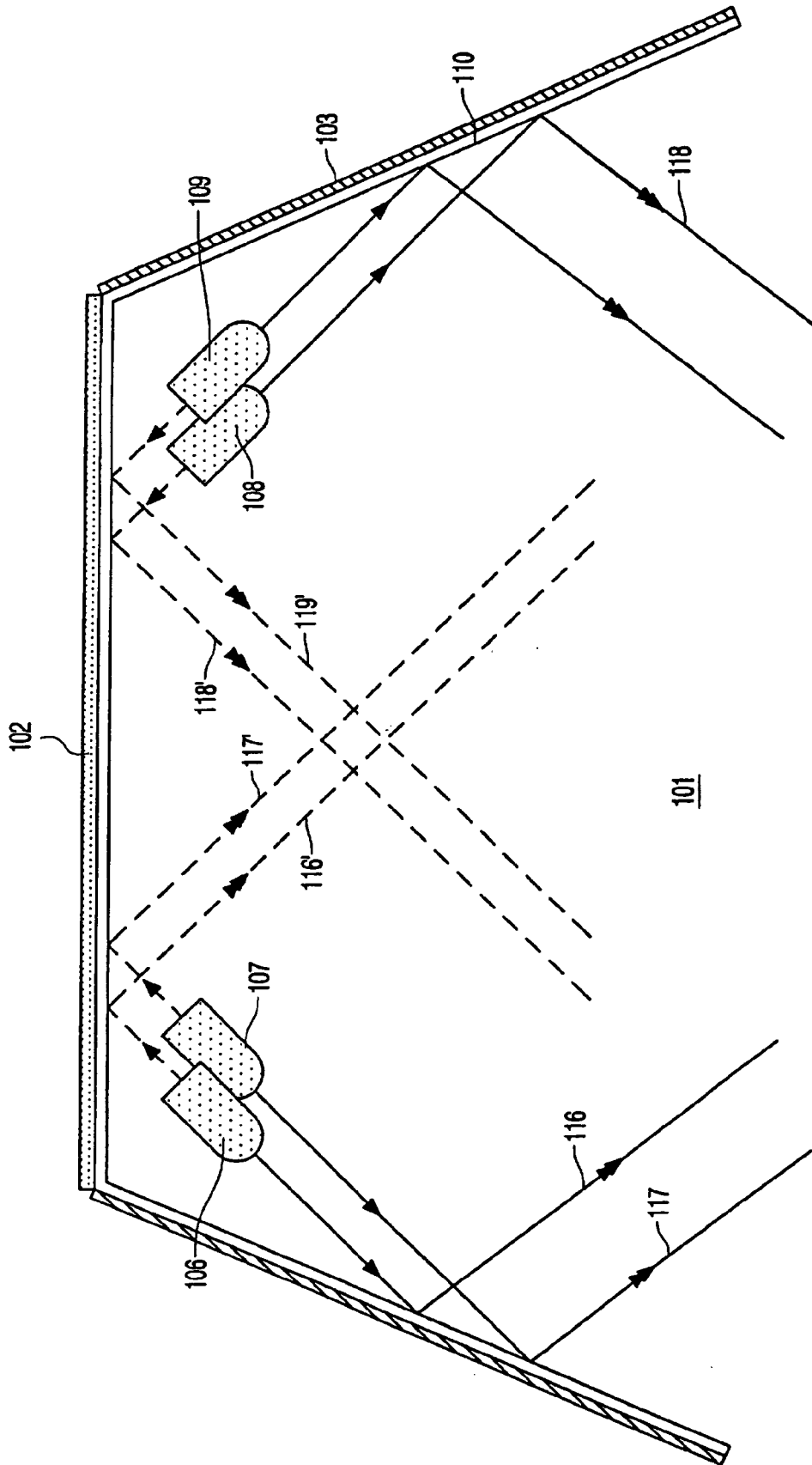


FIG. 3